Research & Development Highlights

97-107 Technical Series

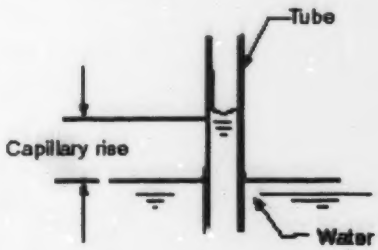
Water Flow by Means of Capillary Action

Introduction

A number of means have been put forward to control the effect of water in buildings. Of all these means, rain screens are certainly the best at preventing water from seeping into buildings. This construction technique regulates the impact of the various forces that are on the outside of the building. The pressure differential, capillary action, gravity, and air movement constitute the main elements in these forces.

Even though it is referred to regularly to explain the cause of water seepage, capillary action is certainly the phenomenon that is the least understood.

In the laboratory, capillary rise is the height attained by water in a capillary tube when its base touches the water.



In practice, this makes it possible to determine the height rain water can reach when a material comes in contact with the water and is drawn up through a crack within the material or between its constituents.

Capillary rise can take place in any situation in which there may be water seepage within cracks separating two materials.

This study is therefore aimed at determining for various cladding materials (brick, precast concrete panels, aluminium, wood and vinyl siding) and the exterior surfaces of doors and windows:

- capillary rise within a crack based on the size of the crack;
- the angle of contact of rain water with construction materials;
- the clearance between two horizontal surfaces that allows rain water to cling between them;
- the maximum height that rain water can reach on a horizontal surface.

Methods and Results of the Study

Samples of prepared materials and water were brought to a temperature of 20° C.

The surface tension of the rain water collected was measured and compared with that of distilled water.

On average, the surface tension of the rain water measured was 71.1 dynes/cm and 72.0 for distilled water. The quality of water therefore has little impact on this property.

CMHC SCHL
Helping to house Canadians

NHA 6408

Measurement of Capillary Rise and Angle of Contact

The samples separated by a spacer gauge were immersed in a basin of water for two minutes. They were then removed and separated. Capillary rise was then determined by measuring the difference in heights between the surfaces of the samples.

Capillary rise is inversely proportional to the distance between the two surfaces.

For all materials that are spaced more than 5 mm apart, capillary rise is negligible.

Glass-to-glass contacts are to be avoided because capillary rise for this type of material is twice as significant as for the other materials tested.

With the exception of glass, for which the angle of contact is 59.9^{o}, all the other materials have a contact angle that varies between 71.5^{o} and 85.6^{o}.

Adhesion Height In Horizontal Cracks

In the case of a horizontal capillary crack, the water seeps in along the entire length.

The diameter of the capillary crack plays a preponderant role. There is a particular width of crack that allows water to cling to both surfaces.

A sample of material was attached to a table and another to the moveable tray of a vertical vernier scale. Care was taken to ensure the two samples were precisely parallel. The height was marked when the two material surfaces were touching, then the upper sheet was lifted and 5 cm^3 of water was deposited on the lower surface. The upper surface was placed in contact with the water. This position was maintained for two minutes. Then the surface was raised at a rate of about 2 mm per minute using a micrometric screw. This movement was stopped when the adhesion of the water seemed about to cease. When adhesion ceased, the height was measured. The difference between the initial and the final height corresponds to the maximum height that permits water to adhere to the two surfaces.

The tests showed that rain water does not adhere between two horizontal surfaces spaced more than 8.8 mm apart.

The maximum height between two horizontal surfaces that permit rain water to adhere to the two surfaces fluctuates between 5.2 mm for plywood and 8.8 mm for Pentox waferboard.

The Maximum Height That Water Can Reach on a Horizontal Surface

When rain water is poured onto a horizontal surface, it reaches a height that permits water retention. Any extra water will have the effect of disrupting the equilibrium and the water will spread out over a larger surface or escape from the horizontal surface while still maintaining the equilibrium height.

The sample material was attached to the table with the surface to be tested facing upwards. The height of the surface was noted. 5 cm^3 of water was poured on to the surface. The height of the water was measured and noted. The difference between the initial and final heights corresponds to the equilibrium height of rain water at rest.

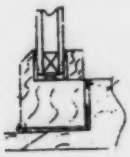
The maximum height that rain water reaches on a horizontal surface is 5.2 mm for the materials tested.

Description of the Surface		Angle of	Capillary rise (mm)							Distance required
Material	Finish	contact °	0,25	0,5	1	1,5	2	3	4	For Adhesion (mm)
White pine	Glossy oil paint	76,5	13,5	6,8	3,4	2,3	1,7	1,1	0,8	7,1
White pine	Latex semi-gloss paint	74,3	15,7	7,8	3,9	2,6	2,0	1,3	1,0	6,3
White pine	Varnish with plastic finish	77,4	12,6	6,3	3,2	2,1	1,6	1,1	0,8	7,8
White pine	Natural	80,2	9,9	4,9	2,5	1,6	1,2	0,8	0,6	6,7
White pine	Latex semi-gloss paint	81,5	8,6	4,3	2,1	1,4	1,1	0,7	0,5	6,7
White pine	Flat oil paint	82,3	7,8	3,9	1,9	1,3	1,0	0,6	0,5	7,8
White pine	Oil treated	90								7,7
Spruce	Natural	78,6	11,5	5,7	2,9	1,9	1,4	1,0	0,7	7,1
Spruce	Oil treated	90								7,6
Cedar	Natural	81,2	8,9	4,4	2,2	1,5	1,1	0,7	0,6	6,4
Plywood	Latex semi-gloss paint	71,5	18,4	9,2	4,6	3,1	2,3	1,5	1,1	6,7
Plywood	Glossy oil paint	77,4	12,6	6,3	3,2	2,1	1,6	1,1	0,8	7,5
Plywood	Varnish with plastic finish	79,3	10,8	5,4	2,7	1,8	1,3	0,9	0,7	8,0
Plywood	Flat oil finish	80,3	9,8	4,9	2,4	1,6	1,2	0,8	0,6	7,5
Plywood	Natural	80,7	9,4	4,7	2,3	1,6	1,2	0,6	0,6	
Plywood	Semi-gloss latex varnish	83,3	6,8	3,4	1,7	1,1	0,8		0,4	
Plywood	Oil treated	90						1,3		7,5
Wafer board	Natural on outside	74,2	15,6	7,9	3,9	2,6	2,0	0,7	1,0	7,2
Wafer board	Natural on inside	81,3	8,8	4,4	2,2	1,5	1,1	1,1	0,5	7,6
Aluminium	Anodised	76,3	13,7	6,9	3,4	2,3	1,7	1,1	0,9	6,8
Aluminium	Natural	76,9	13,1	6,6	3,3	2,2	1,6	0,9	0,8	6,7
Aluminium	Painted	78,9	11,2	5,6	2,8	1,9	1,4	0,6	0,7	7,0
Vinyl	White	82,4	7,7	3,8	1,9	1,3	1,0	0,6	0,5	6,0
Vinyl	Brown	82,6	7,5	3,7	1,9	1,2	0,9	0,7	0,5	5,9
Plexiglas	Natural	82,1	8,0	4,0	2,0	1,3	1,0	0,4	0,5	7,0
Galvanised sheet metal	Natural	85,6	4,4	2,2	1,1	0,7	0,6	0,4	0,3	7,2
Acrylic	Natural	84,7	5,4	2,7	1,3	0,9	0,7	2,4	0,3	6,5
Glass	Clear	59,9	29,1	14,5	7,3	4,8	3,6	0,7	1,8	5,2
Mortar		81,3	8,8	4,4	2,2	1,5	1,1		0,5	6,9
Brick	Clay	75-85								6,7
Concrete		75-85								6,7
Glass	Clear	62,5					3,3	2,2	1,7	7,3
Aluminium	Painted	82,7					0,9	0,6	0,5	6,2
Glass	Clear	64					3,2	2,1	1,6	7,1
Aluminium	Anodised	79,8					1,3	0,9	0,6	6,1
Glass	Clear	65,2					3,0	2,0	1,5	7,0
Aluminium	Mill finish	80,1					1,2	0,8	0,6	6,0
Glass	Clear	67,3				3,7	2,8	1,9	1,4	6,8
Vinyl	White	74,5				2,6	1,9	1,3	1,0	6,2
Glass	Clear	61,2					3,5	2,3	1,7	7,0
White pine	Natural	78,6					1,4	1,0	0,7	6,3
Glass	Clear	63,2					3,3	2,2	1,6	7,7
White pine	Varnish with plastic finish	76					1,7	1,1	0,9	6,5

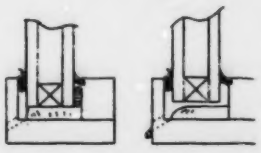
102-03280/

Conclusions and Repercussions for the Housing Sector

Wood windows must be designed with capillary rise and surface tension in mind. The space between the sill and the sash must not permit adhesion at least be greater than the height of water at rest, which for pine is 3.4 mm. For separations that are less than 3.4 mm, water will move through the space and may even rise by capillary action to a height that depends on the amount of space between the materials used.

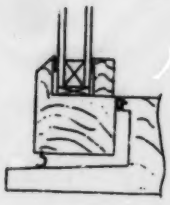


When the spacing is small the water migrate toward the inside.



If water fill the space under the opening the capillarity between the two surfaces is minimized by a greater spacing.

The same concept applies between a sealed window unit and the sash, and to a sliding window and its gliding rail. Presently, the design of window sashes often does not provide a wide enough gap to prevent leakage due to capillarity.



When the space is to narrow, there will be adhesion of water on the surfaces and capillary rise might append.

In the case of cracks, water movement will continue as long as water is supplied, or until the height of capillary rise for a given space is attained.

A crack in a concrete wall, for example, will remain full until the water supply stops. If the wind exerts a pressure exceeding the surface tension, the water will drain to the inside of the wall.

Project Manager: Jacques Rousseau

Research Report: Migration de l'eau par capillarité. (1993)

Research Consultant: Air-Ins inc.

A full report on this research project is available from the Canadian Housing Information Centre at the address below.

Housing Research at CMHC

Under Part IX of the National Housing Act, the Government of Canada provides funds to CMHC to conduct research into the social, economic and technical aspects of housing and related fields, and to undertake the publishing and distribution of the results of this research.

This factsheet is one of a series intended to inform you of the nature and scope of CMHC's technical research program.

This Research and Development Highlights fact sheet is one of a variety of housing-related publications produced by CMHC.

For a complete list of Research and Development Highlights or for more information on CMHC's housing research and information, please contact:

The Canadian Housing Information Centre
Canada Mortgage and Housing Corporation
700 Montreal Road
K1A 0P7

Telephone: (613) 748-2367
Fax: (613) 748-2098

Cette publication est aussi disponible en français

The information in this publication represents the latest knowledge available to CMHC at the time of publication, and has been thoroughly reviewed by experts in the housing field. CMHC, however, assumes no liability for any damage, injury, expense or loss that may result from use of this information.

Canada

97-107 Série technique

Migration de l'eau par capillarité

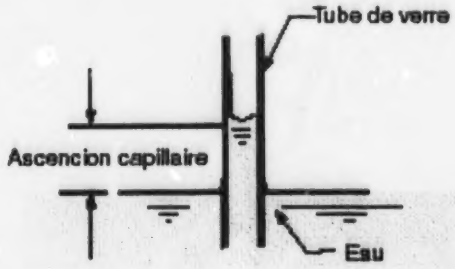
Introduction

De nombreux moyens sont mis de l'avant pour contrôler l'action de l'eau sur les bâtiments. L'écran pare-pluie est certainement, parmi ces moyens, celui qui permet le mieux d'éliminer l'infiltration d'eau au travers de l'enveloppe du bâtiment.

Cette technique de construction réduit l'impact des différentes forces qui agissent sur l'enveloppe du bâtiment. L'écart de pression, la capillarité, la gravité et le mouvement de l'air constituent les principaux éléments de ces forces.

Bien que l'on s'y réfère régulièrement, pour expliquer la cause d'infiltration d'eau, la capillarité est certainement le phénomène le moins bien connu.

En laboratoire, l'ascension capillaire est la hauteur atteinte par l'eau dans un tube capillaire lorsque sa base touche l'eau.



En pratique, elle permet de déterminer la hauteur que l'eau de pluie pourra atteindre lorsqu'un matériau sera en contact avec de l'eau et que celle-ci sera aspirée par une fente dans le matériau ou entre ses composantes.

L'ascension capillaire se produit dans toutes les situations où il peut y avoir infiltration d'eau dans une fente séparant deux matériaux.

L'étude vise donc, à déterminer pour différents matériaux de revêtements extérieurs (brique, panneaux de béton préfabriqués, déclin d'aluminium, de bois et de PVC) et de surfaces extérieures des portes et des fenêtres :

- l'ascension capillaire dans une fente en fonction de la dimension de celle-ci;
- l'angle de contact de l'eau de pluie avec les matériaux de construction;
- la hauteur entre les deux surfaces horizontales qui permet l'adhésion de l'eau de pluie entre celles-ci;
- la hauteur maximale que l'eau de pluie peut atteindre sur une surface horizontale.

Méthodes et résultats de l'étude

Les échantillons de matériaux préparés et l'eau ont été conditionnés à 20°C.

La tension superficielle de l'eau de pluie recueillie a été mesurée puis comparée avec celle de l'eau distillée.

En moyenne, la tension superficielle de l'eau de pluie mesurée a été de 71,1 dynes/cm et de 72,0 pour l'eau distillée. La qualité de l'eau n'a donc que peu d'impact sur cette propriété.

Mesure de l'ascension capillaire et de l'angle de contact

Les échantillons séparés par une jauge d'espacement sont plongés dans un bassin d'eau pendant deux minutes. Ils sont ensuite sortis et séparés. L'ascension capillaire est alors déterminée en mesurant la différence des hauteurs entre les faces des échantillons.

L'ascension capillaire est inversement proportionnelle à la distance entre les deux surfaces.

Pour tous les matériaux dont l'espacement est de plus de 5 mm, l'ascension capillaire est négligeable.

Les rencontres de verre à verre sont à éviter car l'ascension capillaire pour ce type de matériel est deux fois plus importante que pour les autres matériaux testés.

À l'exception du verre dont l'angle de contact est de 59,9°, tous les autres matériaux ont un angle de contact qui varie entre 71,5° et 85,6°.

Hauteur d'adhésion dans une fente capillaire horizontale.

Dans le cas d'une fente capillaire horizontale, l'avancement de l'eau se fait sur toute la longueur.

Le diamètre de la fente capillaire joue un rôle prépondérant. Il existe une largeur de fente qui permet l'adhésion de l'eau sur les deux surfaces.

Un échantillon du matériau est fixé à la table et l'autre au plateau mobile d'un vernier vertical, en s'assurant que les deux échantillons sont exactement parallèles. La hauteur est marquée lorsque les deux plaques de matériel se touchent, puis la plaque supérieure est soulevée et une quantité de 5 cm^3 d'eau est déposée sur la plaque du dessous. La plaque supérieure est mise en contact avec l'eau. Cette position est maintenue durant deux minutes. Par la suite, la plaque est alors remontée à un taux d'environ 2 mm par minute à l'aide d'une vis micrométrique. Le mouvement est arrêté lorsque le décrochement semble éminent. Lors du décrochement, la hauteur est mesurée. La différence entre la hauteur initiale et la hauteur finale correspond à la hauteur maximale permettant l'adhésion aux deux surfaces.

Les essais ont démontré que l'eau de pluie n'adhère pas entre deux surfaces horizontales si leur écart est supérieure à 8, 8 mm.

La hauteur maximale entre deux surfaces horizontales qui permet l'adhésion de l'eau de pluie à ces deux surfaces oscille entre 5,2 mm (contreplaqué) et 8,8 mm (panneau gaufré au Pentox)

Hauteur maximale que l'eau peut atteindre sur une surface horizontale

Lorsque l'eau de pluie est versée sur une surface horizontale, elle atteint une hauteur qui permet la rétention de l'eau. Tout surplus aura pour effet de rompre l'équilibre et l'eau s'étalera sur une plus grande surface ou s'échappera du plan horizontal en maintenant toujours la hauteur d'équilibre.

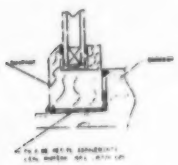
L'échantillon de matériau est fixé à la table avec la face à tester vers le haut. La hauteur de la surface est notée. Une quantité de 5 cm^3 d'eau est versée sur la surface. La hauteur de l'eau est mesurée et notée. La différence entre la hauteur initiale et la hauteur finale correspond à la hauteur d'équilibre de l'eau de pluie au repos.

Pour chacun des matériaux testés, la hauteur d'équilibre maximale de l'eau de pluie sur une surface horizontale est de 5,2 mm.

Description de la surface		Angle de contact °	Ascension capillaire (mm)							Distance permettant l'adhésion (mm)
Matériau	Fini		0,25	0,5	1	1,5	2	3	4	
Pin blanc	Peinture à l'huile brillante	76,5	13,5	6,8	3,4	2,3	1,7	1,1	0,8	7,1
Pin blanc	Peinture latex semi-lustre	74,3	15,7	7,8	3,9	2,6	2,0	1,3	1,0	6,3
Pin blanc	Vernis fin plastic	77,4	12,6	6,3	3,2	2,1	1,6	1,1	0,8	7,8
Pin blanc	Naturel	80,2	9,9	4,9	2,5	1,6	1,2	0,8	0,6	6,7
Pin blanc	Vernis latex semi-lustre	81,5	8,6	4,3	2,1	1,4	1,1	0,7	0,5	6,7
Pin blanc	Apprêt mat à l'huile	82,3	7,8	3,9	1,9	1,3	1,0	0,6	0,5	7,8
Pin blanc	Traité à l'huile	90								7,7
Épinette	Naturel	78,6	11,5	5,7	2,9	1,9	1,4	1,0	0,7	7,1
Épinette	Traité à l'huile	90								7,6
Cèdre	Naturel	81,2	8,9	4,4	2,2	1,5	1,1	0,7	0,6	6,4
Contreplaqué	Peinture latex semi-lustre	71,5	18,4	9,2	4,6	3,1	2,3	1,5	1,1	6,7
Contreplaqué	Peinture à l'huile brillant	77,4	12,6	6,3	3,2	2,1	1,6	1,1	0,8	7,5
Contreplaqué	Vernis fin plastic	79,3	10,8	5,4	2,7	1,8	1,3	0,9	0,7	8,0
Contreplaqué	Apprêt mat à l'huile	80,3	9,8	4,9	2,4	1,6	1,2	0,8	0,6	7,5
Contreplaqué	Naturel	80,7	9,4	4,7	2,3	1,6	1,2	0,6	0,6	
Contreplaqué	Vernis latex semi-lustre	83,3	6,8	3,4	1,7	1,1	0,8		0,4	
Contreplaqué	Traité à l'huile	90						1,3		7,5
Panneau gaufré	Naturel côté ext.	74,2	15,6	7,9	3,9	2,6	2,0	0,7	1,0	7,2
Panneau gaufré	Naturel côté int	81,3	8,8	4,4	2,2	1,5	1,1	1,1	0,5	7,6
Aluminium	Anodisé	76,3	13,7	6,9	3,4	2,3	1,7	1,1	0,9	6,8
Aluminium	Naturel	76,9	13,1	6,6	3,3	2,2	1,6	0,9	0,8	6,7
Aluminium	Peinturé	78,9	11,2	5,6	2,8	1,9	1,4	0,6	0,7	7,0
PVC	Blanc	82,4	7,7	3,8	1,9	1,3	1,0	0,6	0,5	6,0
PVC	Brun	82,6	7,5	3,7	1,9	1,2	0,9	0,7	0,5	5,9
Plexiglass	Naturel	82,1	8,0	4,0	2,0	1,3	1,0	0,4	0,5	7,0
Tôle galvanisée	Naturel	85,6	4,4	2,2	1,1	0,7	0,6	0,4	0,3	7,2
Acrylique	Naturel	84,7	5,4	2,7	1,3	0,9	0,7	2,4	0,3	6,5
Verre	Clair	59,9	29,1	14,5	7,3	4,8	3,6	0,7	1,8	5,2
Mortier		81,3	8,8	4,4	2,2	1,5	1,1		0,5	6,9
Brique	Argile	75-85								6,7
Béton		75-85								6,7
Verre Aluminium	Clair Peinturé	62,5 82,7					3,3 0,9	2,2 0,6	1,7 0,5	7,3 6,2
Verre Aluminium	Clair Anodysé	64 79,8					3,2 1,3	2,1 0,9	1,6 0,6	7,1 6,1
Verre Aluminium	Clair Mill finish	65,2 80,1					3,0 1,2	2,0 0,8	1,5 0,6	7,0 6,0
Verre PVC	Clair Blanc	67,3 74,5				3,7 2,6	2,8 1,9	1,9 1,3	1,4 1,0	6,8 6,2
Verre Pin blanc	Clair Naturel	61,2 78,6					3,5 1,4	2,3 1,0	1,7 0,7	7,0 6,3
Verre Pin blanc	Clair Vernis fini plastique	63,2 76					3,3 1,7	2,2 1,1	1,6 0,9	7,7 6,5

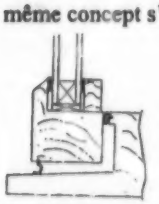
Conclusions et répercussions pour le secteur de l'habitation

Les fenêtres en bois doivent être conçues en tenant compte de la capillarité et de la tension de surface. L'espacement entre le seuil et le volet doit être supérieur à la distance permettant l'adhésion soit 6,7 mm, ou au moins supérieure à la hauteur de l'eau au repos soit 3,4 mm pour le pin. Pour une distance inférieure à 3,4 mm, l'eau progressera dans l'espace et pourra même monter par capillarité d'une hauteur qui est fonction de l'espace entre les matériaux utilisés.



Lorsque l'espacement est petit, l'eau migre vers l'intérieur

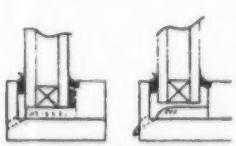
Le même concept s'applique entre le volet fixe



Si l'eau remplit l'espace sous le volet ouvrant, la capillarité, entre les deux surface, sera minimisée par un espacement plus grand

et le volet ouvrant et entre le volet coulissant et le rail guide.

La conception actuelle des fenêtres, ne prévoit pas un espace suffisant, entre les volets, pour prévenir l'infiltration résultant de la capillarité.



Lorsque l'espace est trop étroit, l'eau adhère aux surfaces, l'unité scellée reste immergée et il est possible d'avoir une ascension capillaire

Dans le cas d'une fissure, la progression se fera tant qu'il y aura alimentation d'eau ou que la hauteur d'ascension capillaire pour un espacement donné soit atteinte.

Une fissure dans un mur de béton, par exemple, restera pleine lorsque l'alimentation en eau cessera. Si le vent exerce une pression supérieure à la tension superficielle, l'eau se drainera vers l'intérieur du mur.

Directeur de projet : Jacques Rousseau
Rapport de recherche : Migration de l'eau par capillarité. (1993)
Consultant : Air-Ins inc.

Il est possible de se procurer un rapport complet de cette recherche au Centre canadien de documentation sur l'habitation, à l'adresse ci-dessous.

Recherches sur le logement à la SCHL

Aux termes de la partie IX de la Loi nationale sur l'habitation, le gouvernement du Canada autorise la SCHL à consacrer des fonds à la recherche sur les aspects socio-économiques et techniques du logement et des domaines connexes, et à en publier et à en diffuser les résultats.
Le présent feuillet documentaire fait partie d'une série visant à vous informer sur la nature et la portée du programme de recherche technique de la SCHL.

Ce feuillet documentaire de la série **Le point en recherche et développement** n'est qu'une des nombreuses publications portant sur l'habitation produites par la SCHL.

Pour recevoir la liste complète des feuillets documentaires ou pour obtenir d'autres renseignements sur les recherches et l'information qu'offre la SCHL en matière d'habitation, veuillez communiquer avec le:

Centre canadien de documentation sur l'habitation
Société canadienne d'hypothèques et de logement
700, chemin de Montréal
Ottawa (Ontario)
K1A 0P7

Téléphone : (613) 748-2367
Télécopieur : (613) 748-2098

This publication is also available in English

Cette publication contient les renseignements les plus à jour dont dispose la SCHL, lesquels ont été examinés par des experts du secteur de l'habitation. Toutefois, la SCHL n'assume aucune responsabilité pour les dommages, les blessures, les coûts et les pertes pouvant découler de l'utilisation de ces renseignements.

Canada